

III-12 流出渦の研究

山梨大学工学部 正負 萩原能男

貯水池における表面取水や水力発電所の水圧管呑口などにおいて折々流出渦の発生するのがみかけられるが、境界の構造や流入流出の方向など複雑の要素が含まれているだけにその解析も困難とされている。図-1に示す正方形断面の渦水槽に下方より整流された水を入れ、水槽中央部より鉛直下方に直管にて流出する場合の渦は流出渦の中でも簡単である。ここに報告する資料は流出管の管径 $D = 9, 8, 7, 6, 5 \text{ cm}$ について図-1の装置によって実験したものである。

流入水量は流入管に取付られたバルブで調節され、流出量は流出管末端の有孔キャップ（孔径 $1.5 \text{ cm} \sim 70 \text{ cm}$ の12個）を変えることによって調節した。流出量と流入量の丁度バランスのとれた水位において渦の形（図-2）や管内圧力の測定を行った。

発生する渦の形式は図-2に示されるとおり6種類があって同じ状態で2個以上の渦形式が交互に発生する時は発生強度の大きい方から例えばBAと呼ぶことにした。渦形式とかぶり水深 h 、流出管径 D 、管内の Reynolds 数 Re 、及び Froude 数 Fr との間には一定の関係が存在することが9種類の測定資料より推定され、その一例は図-3に示されている。空気吸い込み

のある渦C、

Eの存在するのは Re 数が約4万以上で

$h/D < 3$ ($D = 9 \text{ cm}$)
 ~ 5 ($D = 5 \text{ cm}$)

の場合であって、他の場合

には管内に空

気の侵入することがない。一方 $Fr - h/D$ の関係から渦形式の分類が行われているが、ここでは Re 数による方が良好の結果が得られる。空気の管内へ入らない渦A, B, Dにおいては次に述べるように流量の減少などの害がないことが判る。流出管軸上の圧力の測定は図-4の圧力計にて行う他管側壁よ

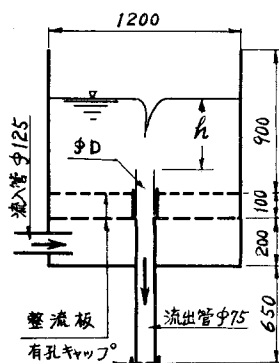


図-1 実験装置 (mm)

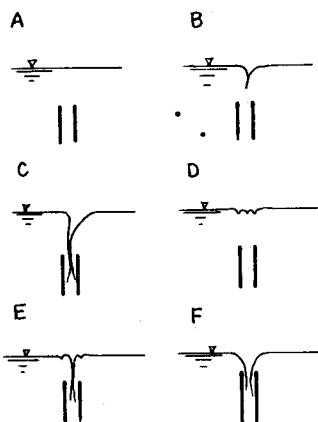


図-2 渦の形式

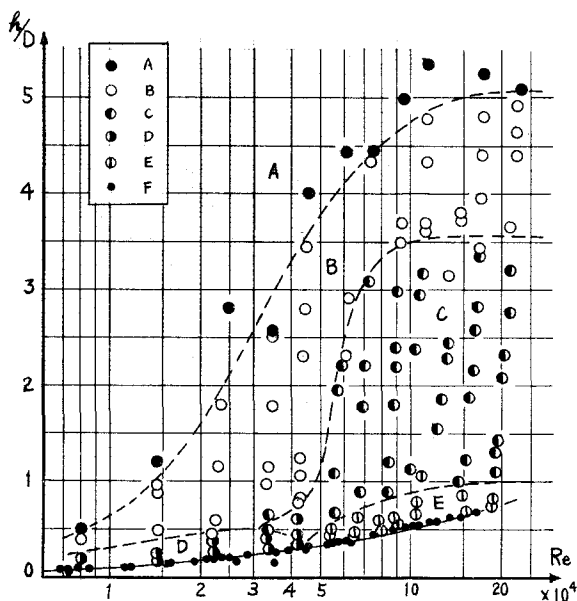


図-3 渦形式と $Re - h/D$ ($D = 20 \text{ mm}$)

り出したマンメータによって測定した。その測定結果の一例は図-5のとおりであって、 $z=0$ が管口の位置である。実測圧力が縮流のため流入直後に相対小さくなり、流入損失のために理論値より平均小さくなっている。これより縮流係数 C 、流入損失係数 ζ を計算して図示すれば図-7、図-8のようになり、渦形式によって明白な差が生じていない。しかしながら形式C、Eのような空気の管内へ達する渦においては測定が不可能であるが、図-9に示す水面にビニール膜を張った場合と比較すると流量が空気のために減少している。

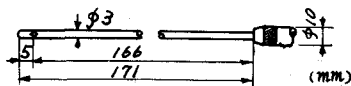


図-4 四孔圧力計

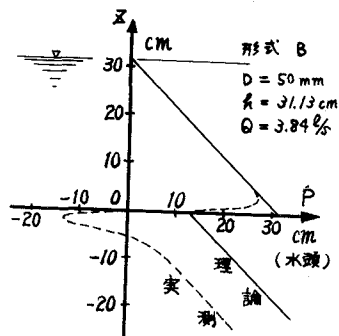


図-5 管軸圧力測定例

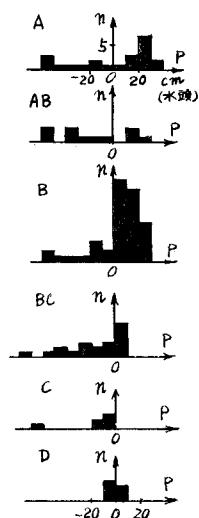


図-6 圧力頻度図

管口($z=0$)における圧力と渦形式との関係を圧力-頻度図にて示すと図-6のとおりになり、管口圧力と渦形式の間には明白な関係が存在しないことがわかる。

このように渦の発生は管内に原因がなく、水面に原因していると考え、水面にビニール膜を張ると渦は発生出来ないことが確認された。この場合の $Fr-h/D$ の関係と、水面が空気に接している場合の $Fr-h/D$ の関係を比較すると図-9のとおりである。この両者において空気の管内へ達する形式C、E、F以外ではほとんど差がないことがわかる。

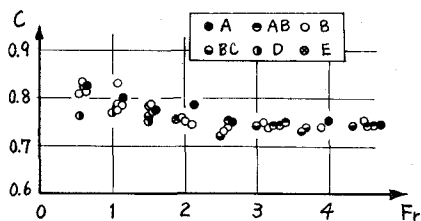


図-7 渦と縮流係数 ($D=50\text{mm}$)

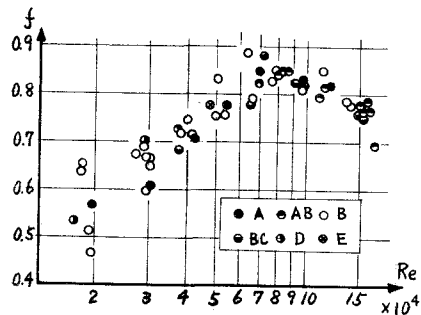


図-8 渦と流入損失係数

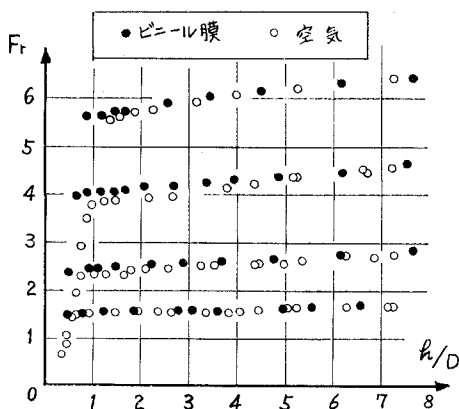


図-9 水面にビニール膜のある場合との比較

このようにして渦発生の原因は水面の流れが回転運動をおこし、これが渦に発達して空気を吸い込むものと考えられる。従ってその防止には水面に膜や板などを張ることが有効である。

本研究の計画その他について御指導をいただきました東大教授本岡博士、嶋助教に厚く感謝するとともに、実験およびデータ整理に協力下さった、坂本喜知君(国鉄)、荒谷征男君(鹿島建設)に謝意を表します。